

⑫ 特許公報 (B 2)

平4-70909

⑬ Int. Cl.⁴

A 61 M 1/14

識別記号

3 5 1

庁内整理番号

9052-4C

⑭ 公告 平成4年(1992)11月12日

発明の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 人工腎臓装置

⑯ 特 願 昭61-171743

⑰ 公 開 昭63-29655

⑱ 出 願 昭61(1986)7月23日

⑲ 昭63(1988)2月8日

⑳ 発 明 者 内 海 勇 東京都渋谷区恵比寿3丁目43番2号 日機装株式会社内

㉑ 発 明 者 川 村 清 人 東京都渋谷区恵比寿3丁目43番2号 日機装株式会社内

㉒ 出 願 人 日 機 装 株 式 会 社 東京都渋谷区恵比寿3丁目43番2号

㉓ 代 理 人 弁 理 士 浜 田 治 雄

審 査 官 津 野 孝

㉔ 参 考 文 献 特 開 昭55-125874 (J P, A) 特 公 昭57-11664 (J P, B 2)

特 公 昭55-13731 (J P, B 2)

1

2

㉕ 特許請求の範囲

1 血液浄化器を備えた血液体外循環系に対し、透析液(補充液)を供給ポンプにより供給する供給液系と、前記血液浄化器より排出液を排出ポンプにより排出する排出液系とから構成される人工腎臓装置において、

前記供給液系に供給液容器を分岐接続すると共に前記排出液系に排出液容器を接続し、前記供給液容器と排出液容器とを単一の秤量器に懸架し、前記供給液容器に充填した所定量の供給液を供給ポンプを作動させて供給すると共に、排出ポンプを作動させて前記排出液容器に貯留させて前記供給液容器と排出液容器の総重量が所定値になるよう前記供給ポンプと排出ポンプの運転制御を行う主制御器を設け、

供給液容器と排出液容器は貯留量の上限と下限を検出する液量検出器を備え、この供給液容器を設けた供給液系の上流側に自動開閉弁を設け、さらに排出液容器を設けた排出液系の下流側に自動開閉弁を設け、前記主制御器は前記液量検出器および秤量器の検出信号に基づき前記各自動開閉弁の開閉制御と供給ポンプおよび排出ポンプの駆動制御とを行うよう構成し、

さらに前記主制御器は、各自動開閉弁の開放状態から供給液容器内に所定量の供給液が貯留され

た際に前記各自動開閉弁を閉塞して各ポンプの調整制御を行う計量運転工程と、前記供給液容器内の供給液が所定量排出された際に前記各自動開閉弁を開放して各ポンプの運転制御を行う充填運転工程とを繰返し行うよう構成することを特徴とする人工腎臓装置。

2 特許請求の範囲第1項記載の人工腎臓装置において、供給液系を血液体外循環系に設けた血液浄化器としての透析器に接続し、供給液として透析液を供給する血液透析システムを構成してなる人工腎臓装置。

3 特許請求の範囲第1項記載の人工腎臓装置において、供給液系を血液浄化器としての濾過器を設けた血液体外循環系の上流側または下流側に接続し、供給液として補充液を供給する血液濾過システムを構成してなる人工腎臓装置。

4 特許請求の範囲第1項記載の人工腎臓装置において、透析液からなる供給液系を血液体外循環系に設けた血液浄化器としての透析濾過器に接続すると共に、補充液からなる供給液系を血液体外循環系の上流側または下流側に接続し、供給液として透析液と補充液とを供給する血液透析濾過システムを構成してなる人工腎臓装置。

5 特許請求の範囲第2項乃至第4項のいずれかに記載の人工腎臓装置において、排出液系に、必

要に応じて陰圧ポンプ、脱ガス器、減圧弁、除水ポンプ等を設けてなる人工腎臓装置。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、透析液を使用する血液透析システムおよび補充液を使用する血液濾過システムもしくはこれらを併用した血液透析濾過システムにおいて、透析液もしくは補充液を血液浄化器（透析器もしくは濾過器）に対する入出量が所定値となるよう適正に制御して除水量を高精度に調整することができる人工腎臓装置に関する。

〔従来の技術〕

従来より、人工腎臓装置として、透析液を透析器に連続供給して血液の浄化を行う血液透析システムと、補充液を直接血中に注入し濾過器により血液の濾過を行う血液濾過システムと、これらを併用した血液透析濾過システムとが知られている。しかるに、この種の人工腎臓装置において、血液透析システムにおいては、透析器の半透膜を介して血液と透析液との溶質の濃度差による溶質の移動により老廃物の除去および血液中の電解質や酸塩基平衡の異常を是正し、また限外濾過作用により患者の過剰水分の除去を行う。一方血液濾過システムにおいては、濾過膜を介して限外濾過により血液濾過を行い、同時に適当組成の補充液を補液することにより老廃物の除去、過剰水分の除去および電解質や酸塩基平衡の異常を是正することが行われている。これら過剰水分の是正において、特に急激な体液の減少は、患者に血圧低下や不均衡症候群をきたし、非常に危険な状態となる。このため、従来の血液透析システムでは、2連の定量ポンプや定量容器を使用して透析器に対する透析液の出入量を一定に保持する制御方法もしくは透析器の限外濾過率を測定して限界濾過圧力を制御する方法等が知られている。これに対し、従来の血液濾過システムでは、補充液と濾過液について治療1回分の総量を計量してこれをバランスさせるように補充液の供給量および/または濾過器の圧力を調整制御する方法が知られている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

一般に、血液透析システムでは、患者1人に対し1回の治療に要する透析液は約150ℓである。この場合、患者からの除水量の許容誤差は150ml

程度であり、従って透析液に対する誤差は約0.1%を確保する必要がある。このような精度を維持するためには、高精度の定量ポンプおよび定量容器内に膜や流路切換弁等につき定期的にしかも緻密な保守点検が必要であり、また流路中での異物や析出物等が弁部等で噛み込みを生じ定量性を損う危険が発生する等の難点がある。さらに、限界濾過圧力を制御する方法では、限界濾過率の高い（透水性の良い）透析器を使用した場合、微小圧力の変動で除水量が変化するため、制御が困難になると共に高精度の多数の圧力測定手段を必要とする等の難点がある。

一方、血液濾過システムでは、患者1人に対し1回の治療に要する補充液の置換量は約20~30ℓである。この場合、重量制御方式を採用すると、補充液容器と濾過液容器とを1つの秤量器に懸架し、治療開始時に1回治療分の補充液を前記補充液容器に充填した状態で秤量器の零調整を行う必要がある。従って、秤量器には大荷重が掛るため、大形のものが必要とされ、装置全体も大くなる難点がある。また、治療中に補充液を追加する場合には、再度秤量器の零調整を行う必要があり、取扱い操作が煩雑になると共に治療を中断しなければならない。そこで、連続的に治療を行えるようにするためには、複数台の秤量器が必要となるばかりでなく、秤量器も長時間ドリフトのないものが要求され、装置の大形化と共に製造コストも増大する等の難点がある。

従って、本発明の目的は、透析器への透析液の供給および排出または体外循環系への補充液の供給および濾過器からの濾過液に排出を連続的に行うと共に、単一の秤量器で供給液量と排出液量とを同時に秤量してその偏差信号を供給液側および排出液側に設けた各ポンプの制御信号に変換し、この制御信号に基づいて各ポンプの運転を適正に行うことにより、低コストにして性能の向上を図ることができる人工腎臓装置を提供するにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明に係る人工腎臓装置は、血液浄化器を備えた血液体外循環系に対し、透析液（補充液）を供給ポンプにより供給する供給液系と、前記血液浄化器より排出液を排出ポンプにより排出する排出液系とから構成される人工腎臓装置において、前記供給液系に供給液容器を分岐接続すると共

5

に前記排出液系に排出液容器を接続し、前記供給液容器と排出液容器とを単一の秤量器に懸架し、前記供給液容器に充填した所定量の供給液を供給ポンプを作動させて供給すると共に、排出ポンプを作動させて前記排出液容器に貯留させて前記供給液容器と排出液容器の総重量が所定値になるよう前記供給ポンプと排出ポンプの運転制御を行う主制御器を設け、

供給液容器と排出液容器は貯留量の上限と下限を検出する液量検出器を備え、この供給液容器を設けた供給液系の上流側に自動開閉弁を設け、さらに排出液容器を設けた排出液系の下流側に自動開閉弁を設け、前記主制御器は前記液量検出器および秤量器の検出信号に基づき前記各自動開閉弁の開閉制御と供給ポンプおよび排出ポンプの駆動制御とを行うよう構成し、

さらに前記主制御器は、各自動開閉弁の開放状態から供給液容器内に所定量の供給液が貯留された際に前記各自動開閉弁を閉塞して各ポンプの調整制御を行う計量運転工程と、前記供給液容器内の供給液が所定量排出された際に前記各自動開閉弁を開放して各ポンプの運転制御を行う充填運転工程とを繰返し行うよう構成することを特徴とする。

しかるに、前記の人工腎臓装置は、供給液系を血液体外循環系に設けた血液浄化器としての透析器に接続し、供給液として透析液を供給する血液透析システムに適用することができる。また、供給液系を血液浄化器としての濾過器を設けた血液体外循環系の上流側または下流側に接続し、供給液として補充液を供給する血液濾過システムに適用することができる。さらに、透析液からなる供給液系を血液体外循環系に設けた血液浄化器としての透析濾過器に接続すると共に、補充液からなる供給液系を血液体外循環系の上流側または下流側に接続し、供給液として透析液と補充液とを供給する血液透析濾過システムに適用することができる。これらの透析、濾過システムにおいて、排出液系には、必要に応じて陰圧ポンプ、脱ガス器、減圧弁、除水ポンプ等を設ければ好適である。

〔作用〕

本発明に係る人工腎臓装置によれば、供給液系と排出液系との液量のバランスを適正に保持する

6

ため、それぞれ供給液系および排出液系に設けたポンプの運転を供給液を連続的に供給しながら間欠的にポンプの運転状態を調整することができる。このため、本発明においては、供給液系に供給液容器を設けると共に排出液系に排出液容器を設け、これら容器を単一の秤量器に懸架し、前記供給液容器内の供給液を供給ポンプで排出すると共に排出ポンプで排出液を排出液容器に貯留する計量運転を行うことにより、前記秤量器での秤量検出信号が所定値となるよう前記各ポンプの運転につき調整制御を行う。次いで、供給液を供給液容器へ供給しながら供給ポンプでの供給を継続し、供給液容器内に所定量の供給液が貯留するまで各ポンプを調整された条件で制御し充填運転を行う。そして、供給液容器内に所定量の供給液が貯留された際に、前記計量運転を行う。このようにして、計量運転と充填運転を繰返すことにより、供給液量と排出液量のバランスを安定に保持し、精度の高い血液浄化、限外濾過および除水運転を行うことができる。

〔実施例〕

次に、本発明に係る人工腎臓装置の実施例につき添付図面を参照しながら以下詳細に説明する。

第1図は、本発明人工腎臓装置の一実施例を示す系統図であつて、血液透析システムに応用した場合を示すものである。すなわち、第1図において、参照符号10は透析液調製槽を示し、この透析液調製槽10で調製された透析液は加温器12、脱気器14、供給ポンプ16を介して透析器18に供給され、供給液系20が構成される。この供給液系20において、前記脱気器14と供給ポンプ16との間には、自動開閉弁22を設けてその下流側に供給液容器24と連通する分岐ライン26を設ける。

しかるに、本発明においては、前記供給液容器24と排出液容器28とを懸架してこれらの総重量を計量する秤量器30を設ける。そこで、前記排出液容器28には、前記透析器18から排出ポンプ32を介して導出される排出液系34が連通接続され、さらにこの排出液系34は自動開閉弁36を介して排出処理系に連通する。

本実施例において、自動開閉弁22、36は例えば電磁弁で構成し、供給液容器24には液レベル、容積、重量、変位測定等を行う、例えばフロ

ートスイッチによる液レベル検知を行う液量検出器 38 を設け、さらに供給ポンプ 16 および排出ポンプ 32 にはそれぞれ駆動モータ制御器 40, 42 を設ける。そして、前記秤量器 30 および液量検出器 38 による検出信号を入力し、前記自動開閉弁 22, 36 および駆動モータ制御器 40, 42 に対しこれらを制御する信号を演算処理して出力する主制御器 44 が設けられる。また、前記透析器 18 には血液体外循環系 46 が連通接続され、この血液体外循環系 46 には、血液ポンプ 48、気泡検出器 50、圧力計 52 が適宜設けられる。なお、排出液系 34 には、適宜圧力計 54 および漏血検出器 56 が適宜設けられる。

次に、このように構成した第 1 図に示す装置の動作につき、第 2 図に示す制御系の動作波形を参照しながら説明する。まず、本実施例において、供給液系 20 において透析液を供給ポンプ 16 により所定の供給量 Q_1 で透析器 18 に送液し、一方排出液系 34 では透析器 18 から排出ポンプ 32 により所定の排出量 Q_2 で排出する。この時、 $Q_1 = Q_2$ の流量条件で各ポンプ 16, 32 を運転すれば、患者の体重変化はない。また、 $Q_1 < Q_2$ の流量条件で各ポンプ 16, 32 を運転すれば、 $Q_2 - Q_1$ の流量分だけ患者の血液より透析液側へ限外濾過作用により除水される。

そこで、第 1 図において、供給液系 20 には透析液調製槽 10 で起生する押圧力により、透析液を供給ポンプ 16 の流量 Q_1 を越える流量で送液されるものとし、次の各制御工程によつて 1 回の透析治療が行われる。

1 初期充填工程

自動開閉弁 22 を開放し、供給液容器 24 内に透析液を充填し、液量検出器 38 の上限設定値に達した時前記自動開閉弁 22 を閉塞する。なお、この間に、自動開閉弁 36 を開放して排出液容器 28 内の排出液を外部へ排出しておく。なお、この初期充填工程は、初回のみ行う準備運転である。

2 計量運転工程

- (1) 自動開閉弁 22 を閉塞したまま供給ポンプ 16 を作動して供給液容器 24 内の透析液を透析器 18 の透析液入口へ供給する。
- (2) これと同時に、自動開閉弁 36 も閉塞して排出ポンプ 32 により透析器 18 の透析液出口か

ら排出液容器 28 内へ排出液を流入させ貯留する。

- (3) この時、秤量器 30 の秤量検出信号が所定値に保持されるよう、前記各ポンプ 16, 32 またはいずれか一方のポンプの流量を主制御器 44 を介し駆動モータ制御器 40, 42 によりポンプの流量 Q_1 , Q_2 の調整制御を行う。
- (4) このようにして、供給液容器 24 内の透析液が減少し、液量検出器 38 の下限設定値に達した際には、自動開閉弁 22, 36 を開放し、次の充填運転工程に移行する。

3 充填運転工程

- (1) 自動開閉弁 22 を開放したまま透析液を供給液容器 24 へ充填すると共に、供給ポンプ 16 を作動させて透析器 18 の透析液入口に透析液を供給する。
- (2) これと同時に、自動開閉弁 36 も開放したまま排出液を排出液容器 28 から外部へ排出すると共に、排出ポンプ 32 により透析器 18 の透析液出口から排出液を排出する。
- (3) この時、前記各ポンプ 16, 32 は、先の計量運転工程で秤量検出信号に基づいて得られたポンプ駆動制御信号により運転を行う。
- (4) このようにして、供給液容器 24 内の透析液の液量が次第に増量し、液量検出器 38 の上限設定値に達した際には、自動開閉弁 22, 36 を閉塞し前記計量運転工程へ移行する。

以上の動作により 1 サイクル工程を完了し、以下計量運転工程および充填運転工程を反復することにより、透析器の透析液の入出量 Q_1 , Q_2 を所定の値に正確に制御し、患者の除水量を精度よく調整することができる。

第 2 図 1 ~ 6 は、前記各運転工程の動作状態を示すタイムチャートである。すなわち、患者の体重減少を“0”に制御する場合、初期の計量運転工程に際し供給ポンプ 16 と排出ポンプ 32 を略同一流量になるようなポンプ回転数で運転し（初回はポンプ流量と回転数との相関が経時変化等で 0.1% 程度の精度が確保できないため）、その結果として各ポンプの流量 Q_1 , Q_2 が $Q_2 > Q_1$ となった場合、時間 t_1 において秤量器 30 の秤量検出信号は次第に増加する〔第 2 図 4, 5 参照〕。そこで、次の時間 t_2 において、前記秤量器 30 の増加分を補正すべく、排出ポンプ 32 の流量 Q_2 を低減す

る運転を行う。この結果、計量運転工程の終期 t_2 には、排出ポンプ32の適正な流量 Q_2 に定めた運転を行うことができる。次に、充填運転工程に入ると、工程切換により供給ポンプ16の吸入圧が変化し、流量 Q_1 に若干の変動を生じる〔第2図5の時間 t_1 参照〕。再び、計量運転工程に入ると、供給ポンプ16に対する排出ポンプ32の流量調整も略適正に設定されているので、秤量器30による秤量検出信号にも大幅な変動はなく、工程の終期 t_2 において排出ポンプ32の微細な流量調整を行うだけで、次の充填運転工程において、流量 $Q_1 = Q_2$ のポンプ運転を実現することができる〔第2図6参照〕。なお、患者の体重調整をするための除水を行う場合は、前記流量 Q_1 、 Q_2 につき $Q_2 - Q_1 = K$ (所定値)となるよう設定すればよい。また、前述したように、充填運転工程において、自動開閉弁の切換操作により各ポンプの流量が変動する場合には、経験的にその変動値を求めて補正すれば、秤量器の秤量検出信号に基づくより正確な制御が実現できる。さらに、主制御器44は、前述した秤量器30および液量検出器38からの検出信号に基づいて、自動開閉弁22、36の開閉制御と各ポンプ16、32の運転制御をコンピュータ機能を保持してプログラマブルに実行するように構成すれば好適である。

第3図は、本発明人工腎臓装置の別の実施例を示す系統図であつて、血液濾過システムに応用した場合を示すものである。なお、説明の便宜上第1図に示す構成と共通する構成部分については同一の参照符号を付して説明する。本実施例においては、供給液系20の供給液として補充液ビン58に充填した補充液を使用し、この補充液を自動開閉弁22を介して供給液容器24としての可撓性バッグに充填するよう構成し、さらに供給ポンプ16、加熱器60、液切検出器62を介して濾過器64の接続された血液体外循環系46に連通接続したものである。また、本実施例において、可撓性バッグ24に対する液量検出器38としては、例えば前記可撓性バッグ24の側面に当接してその膨張変位により補充液の充填量を検出する変位検出器等を使用することができる。さらに、本実施例において、濾過器64の排出液系34に設けられる排出ポンプ32は濾過ポンプとして機能し、その入口側圧力は負圧となり、濾過器64

の濾過動作を行う。その他の構成は前記実施例と同一である。

このように構成した本実施例の装置においても、前記実施例と同様に、秤量器30および液量検出器38による検出信号に基づいて、自動開閉弁22、36および供給ポンプ16と濾過ポンプ32の各駆動モータ制御器40、42をそれぞれ主制御器44で演算制御し、第2図1~6に示すような計量運転工程および充填運転工程を実行して、好適な血液浄化を達成することができる。

第4図は、第3図に示す人工腎臓装置の変形例を示す系統図である。本実施例においては、第3図に示す実施例の補充液ビン58からの補充液の供給に代えて、透析液をバイロジェンカットフィルタ66で濾過した補充液を使用するものである。また、本実施例においては、排出液系34に陰圧ポンプ68と脱ガス器70とを付設し、前記陰圧ポンプ68には背圧弁72を備えたバイパスライン74を接続配置する。さらに、前記脱ガス器70より除水ポンプ76、背圧弁78を備えた除水ライン80を分岐導出する。なお、排出液系34には適宜減圧弁82を設けると共に、前記脱ガス器70には自動開閉弁84を備えたガス抜きライン86を接続する。その他の構成は、第3図に示す装置と同一である。なお、第1図に示す血液透析システムにおいても、第4図の実施例で付加した陰圧ポンプ、脱ガス器、減圧弁、除水ポンプ等を付加することも可能である。

このように構成した本実施例の装置は、前述した第3図に示す装置では濾過ポンプ32の入口圧が負圧になることから排出液系34においてガスの発生や圧力変化による流量変化が大となつて制御が不安定となるが、陰圧ポンプ68、脱ガス器70、減圧弁82を設けることによりガスの発生や流量変化を抑制して安定した制御を達成することができる。また、除水ポンプ76を備えた除水ライン80を設けることにより、主制御器44の負担を軽減し、患者の除水量制御を行うことができる。すなわち、この場合、供給ポンプ16と濾過ポンプ32は、それぞれ流量 Q_1 、 Q_2 が同一になるよう制御すれば十分である。その他、計量運転工程および充填運転工程の動作は、第3図に示す実施例と同様である。

第5図は、本発明人工腎臓装置のさらに別の実

施例を示す系統図であつて、血液透析と血液濾過とを併用する血液透析濾過システムに応用した場合を示すものである。従つて、本実施例システムは、前述した第1図に示す構成と第3図および第4図に示す構成とを組合せたものであり、説明の便宜上前記構成と共通する構成部分については同一の参照符号を付して説明する。本実施例においては、血液体外循環系46に透析濾過器90が設けられ、この透析濾過器90に対し透析液を供給する供給液系20aが接続されると共に血液体外循環系46に対し補充液の供給液系20bが接続される。この場合、透析液の供給液系20aと排出液系34には、同一の容積変化を行う複式ポンプ92を設けて、供給量と排出量とを一定に保持するよう構成する。これに対し、補充液の供給液系20bは、第3図に示す構成と同一構成とし、血液体外循環系46に連通接続し、この補充液量を秤量器30および液量検出器38による検出信号に基づいて自動開閉弁22、36および供給ポンプ16と濾過ポンプ32の各駆動モータ制御器40、42をそれぞれ主制御器44で演算制御し、第2図1〜6に示すような計量運転工程および充填運転工程を実行して、好適な血液浄化を達成することができる。

【発明の効果】

前述した種々の実施例から明らかな通り、本発明によれば、血液透析システムもしくは血液濾過システムを採用する人工腎臓装置において、供給液系に供給液容器を設けると共にこの供給液系へ供給ポンプによる送液流量 Q_1 より多い量の供給液を供給することにより、供給ポンプおよび排出ポンプ（濾過ポンプ）の計量運転工程と充填運転工程を交互に繰返して前記各ポンプの流量調整を計量運転工程で頻繁に行いながら、透析器または濾過器については透析液または補充液を連続的に供給して透析器または濾過器の連続運転を行うことができる。また、透析液または補充液の入出量も、透析器または濾過器の経時的な性能劣化に対し、常に所定の値に正確に制御できるため、患者の除水量を精度よく調整することができる。さらに計量運転工程と充填運転工程との繰返し数を増すことにより、ポンプの経時変化も吸収して誤差を低減することができる。因に、液量検出器の上下限設定範囲を1ℓとし、供給ポンプ流量を100

ml/min、充填運転工程時の流量を200ml/minに設定すれば、約10分間隔で計量運転工程と充填運転工程のサイクルを繰返すことができる。

なお、本発明装置においては、それぞれ使用するポンプは、ローラポンプを使用することにより、送液部を使い捨て可能とし、低コストに滅菌製造することができる利点を得られるが、これに限定されることなく、種々の可変流量ポンプを使用することができることは勿論である。

また、秤量器は、10分程度の短時間計測の繰返しが可能であり、この繰返し毎に秤量値を更新するため、長時間の安定を確保する必要がなく（10分程度ドリフトがなければよい）、安価な秤量器を使用できる。

さらに、血液濾過および血液透析濾過システムにおいて、補充液は血液体外循環系の濾過器に対し下流側および上流側のいずれにも供給することができる。

以上、本発明の好適な実施例について説明したが、本発明の精神を逸脱しない範囲内において種々の設計変更をなし得ることは勿論である。

図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る人工腎臓装置の一実施例を示す系統図、第2図は第1図に示す人工腎臓装置の制御動作を示すタイムチャート図、第3図は本発明に係る人工腎臓装置の別の実施例を示す系統図、第4図は第3図に示す人工腎臓装置の変形例を示す系統図、第5図は本発明に係る人工腎臓装置のさらに別の実施例を示す系統図である。

10……透析液調製槽、12……加温器、14……脱気器、16……供給ポンプ、18……透析器、20……供給液系、22……自動開閉弁、24……供給液容器、26……分岐ライン、28……排出液容器、30……秤量器、32……排出ポンプ（濾過ポンプ）、34……排出液系、36……自動開閉弁、38……液量検出器、40、42……駆動モータ制御器、44……主制御器、46……血液体外循環系、48……血液ポンプ、50……気泡検出器、52……圧力計、54……圧力計、56……漏血検出器、58……補充液ビン、60……加熱器、62……液切検出器、64……濾過器、66……バイロジエンカットフィルタ、68……陰圧ポンプ、70……脱ガス器、72……背圧弁、74……バイパスライン、76……除

13

14

水ポンプ、78……背圧弁、80……除水ライン、
ン、82……減圧弁、84……自動開閉弁、86

……ガス抜ライン、90……透析濾過器、92……
複式ポンプ。

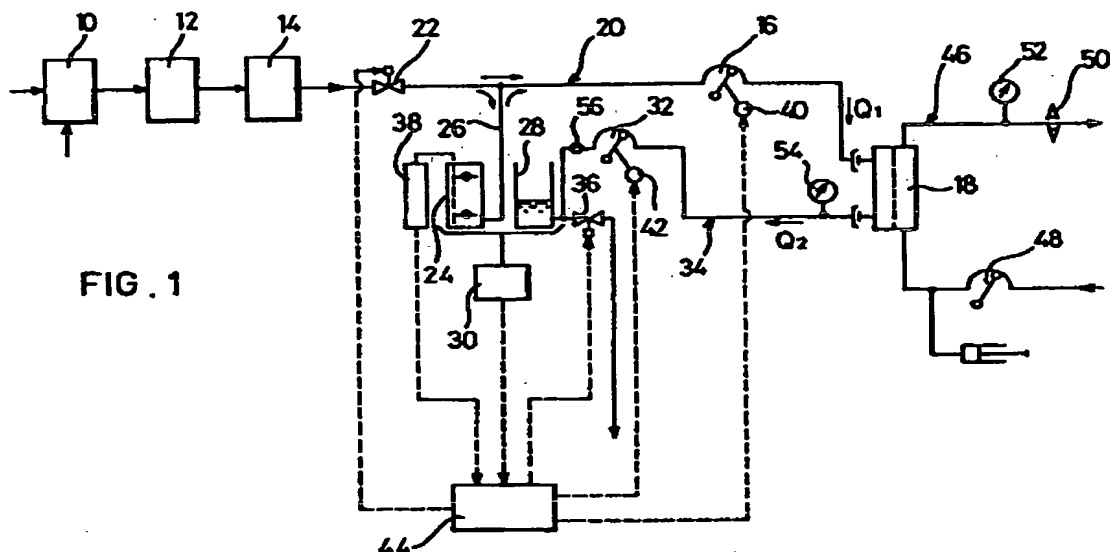


FIG. 1

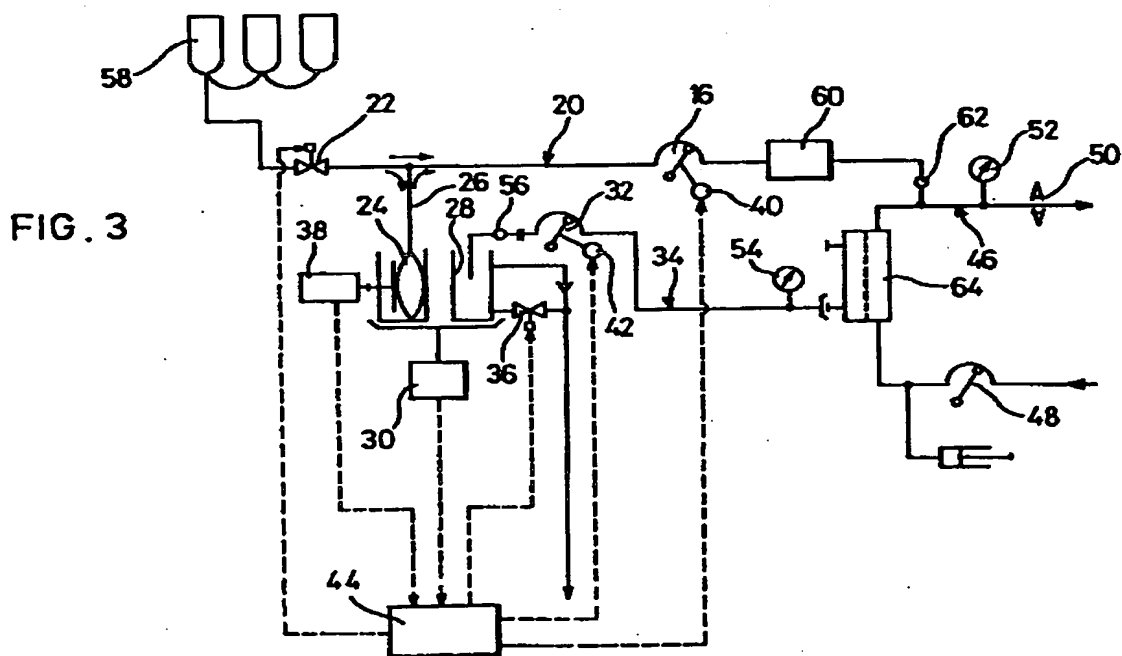
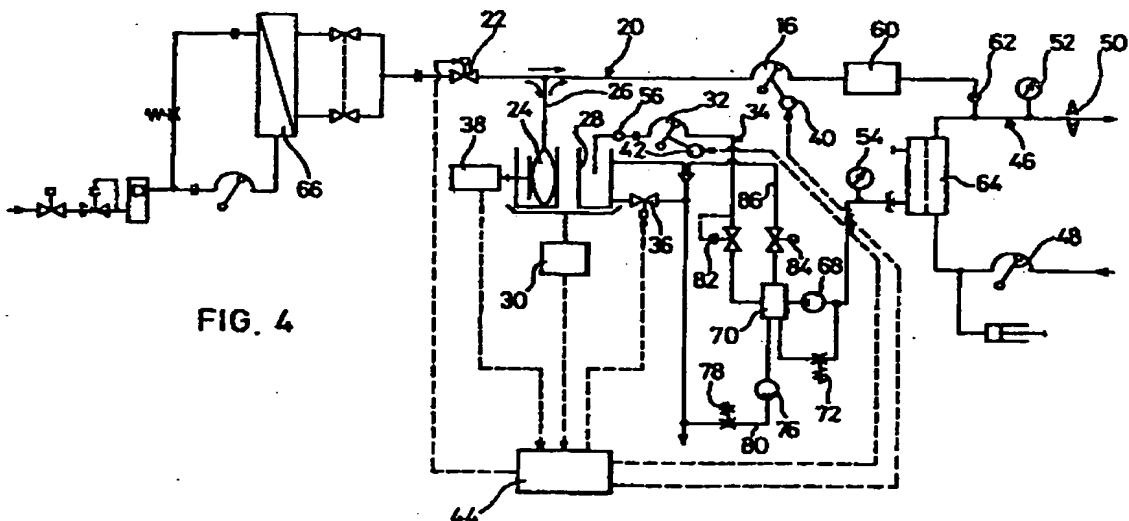
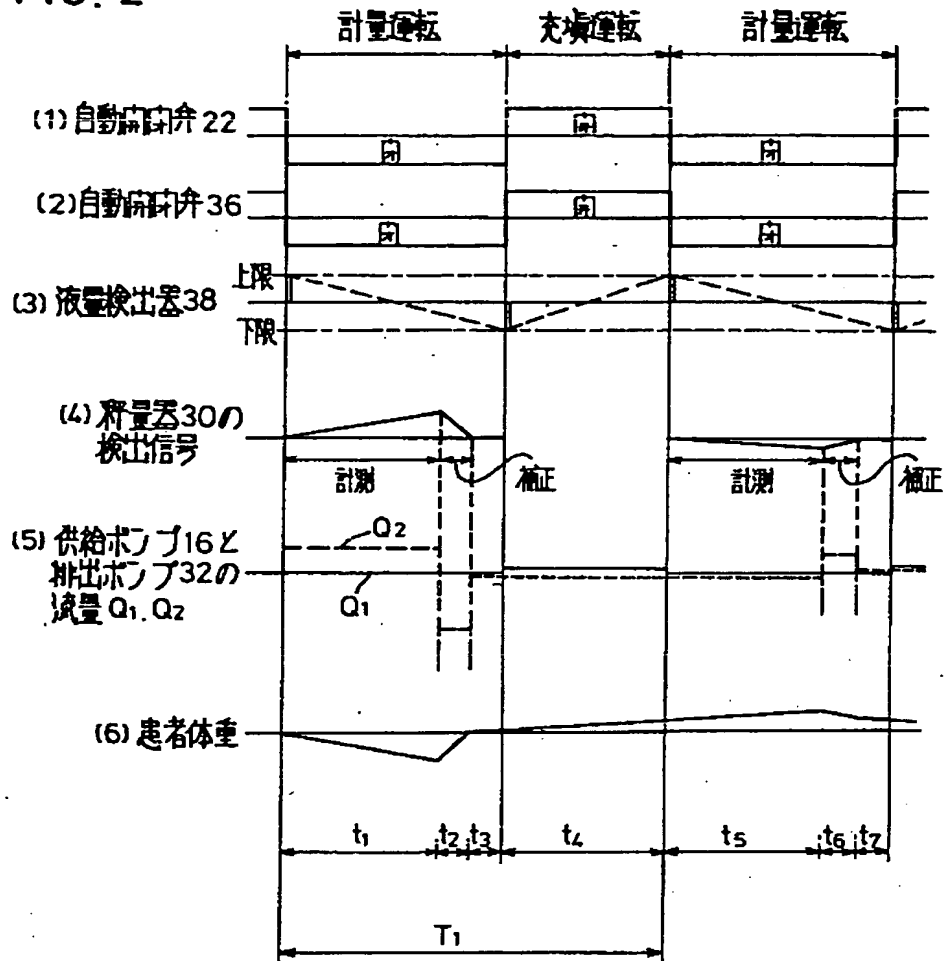


FIG. 3

FIG. 2



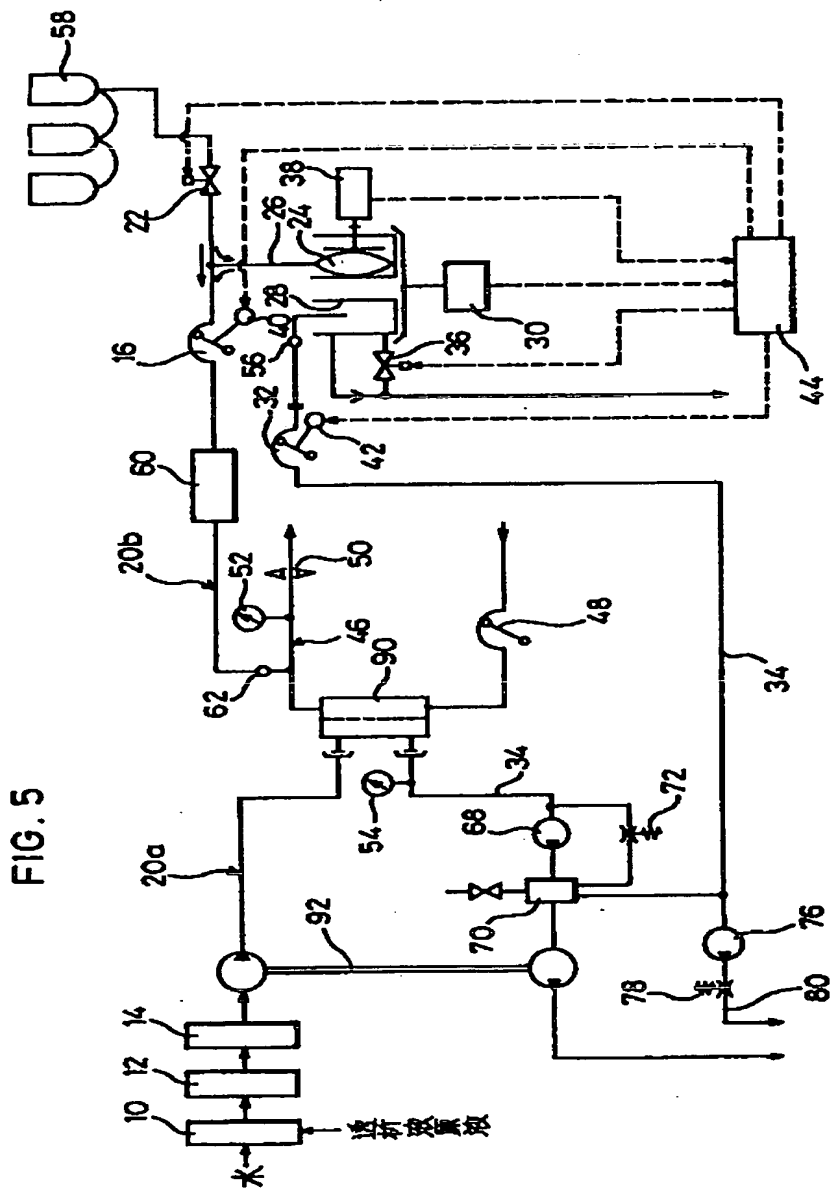


FIG. 5